

**Новые технологические решения в заготовке,  
переработке и отделке древесины**

**New technological decisions in preparation, processing  
and wood finishing**

УДК 674.047; 630.847

**В.П. Агапов**

(УралНИИПДрев, г. Екатеринбург, РФ), agapov.v.p@lenta.ru

**ТРАДИЦИОННАЯ И НОВАЯ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ**

**TRADITIONAL AND NEW WOOD DRYING TECHNOLOGIES**

*Приведен анализ традиционной технологии сушки древесины. Выявлены ее основные особенности и существенные недостатки, снижающие качество и экономичность сушки. Описана новая авторская технология сушки, показаны ее существенные отличия от традиционной технологии, дающие повышение качества и экономичности сушки древесины. Приведены графические данные сушки, выполненные по новой технологии.*

*Traditional wood drying technology is analyzed. Advantages and disadvantages, which reduce the quality of wood drying, are shown. Modern technology is described as well as drying graphics are shown.*

Рассмотрим основные черты традиционной и новой технологии сушки древесины. Выявим основные особенности и свойства, определяющие экономические и технологические результаты использования их в промышленности.

1. Традиционная технология [1–3] заключается в том, что в процессе сушки в камере создают определенные режимом температуру и влажность воздуха и поддерживают их в течение длительного времени постоянными. После уменьшения влажности древесины до переходной производят смену параметров воздуха на новые. При этом температура и психрометрическая разность воздуха значительно увеличиваются. Новые параметры воздуха также в течение длительного времени поддерживают постоянными. Изменения параметров воздуха производят в течение сушки несколько раз (2–5 раз в зависимости от используемого режима).

Задаваемым параметрам воздуха соответствует определенная равновесная влажность древесины, которая всегда ниже текущей влажности. Поэтому поверхность пиломатериала постоянно сохнет, и ее влажность уменьшается. Когда влажность поверхности пиломатериала станет ниже предела насыщения древесного волокна (примерно 30 %), начинается усушка поверхности пиломатериала и в ней возникают растягивающие напряжения. При дальнейшей сушке поверхностные напряжения натяжения увеличиваются и могут превысить предел прочности древесины. В этом случае происходит образование поверхностных трещин, что является дефектом сушки, и допускать этого нельзя.

Чтобы исключить образование трещин, периодически производят термовлагообработку (ТВО) древесины. Термовлагообработка заключается в том, что в сушильной камере создают высокую влажность воздуха, при которой поверхность пиломатериала увлажняется. При этом уменьшаются усушка поверхности и поверхностные напряжения. Это и предотвращает образование трещин. Необходимость и продолжительность проведения ТВО определяются оператором сушки или предусматриваются

программой сушки. От правильности назначения и проведения ТВО зависит качество высушенной древесины. Для проведения ТВО сушильная камера снабжается увлажняющим устройством: распылителем воды или трубой для впуска увлажняющего пара. Наличие увлажняющего устройства повышает стоимость сушильной камеры. Кроме того, увеличиваются тепловые и эксплуатационные затраты при эксплуатации сушильной камеры. Это повышает стоимость сушки древесины.

В любом случае при сушке традиционным способом происходит накопление внутренних напряжений в древесине, что является неизбежным, так как удаление влаги из древесины происходит с поверхности пиломатериала непрерывно. При этом усушка поверхности идет с опережением усушки центра пиломатериала, и создается градиент усушки по толщине пиломатериала. Градиент усушки и является причиной возникающих в древесине напряжений. Чем быстрее идет сушка древесины и чем толще пиломатериал, тем выше градиент усушки, больше напряжения в древесине и сложнее обеспечить качественную сушку.

Традиционная технология сушки требует непрерывной работы вентиляторов, обеспечивающих движение воздуха через штабель. Предусматривается также периодическая смена направления вращения вентиляторов и движения воздуха в штабеле с целью уменьшения разности влажности древесины на входе и выходе воздуха в штабель. При этом реверсивный вентилятор имеет более низкий коэффициент полезного действия, чем нереверсивный. Осуществление реверса вентиляторов усложняет устройство управления и повышает стоимость сушильной камеры. Все это дополнительно повышает стоимость сушки. Кроме того, имеются публикации результатов исследований, которые свидетельствуют не только о пользе реверса, но и о его вреде качеству сушки.

2. Новая авторская технология сушки древесины использует сушильные камеры широко распространенных конструкций. Она [4] предусматривает следующие основные операции: начальный прогрев древесины; подвод тепла в штабель без искусственного увлажнения воздуха и вентиляции сушильной камеры; выдержку древесины без подвода тепла, без искусственного увлажнения воздуха и без вентиляции сушильной камеры; вентиляцию сушильной камеры без подвода тепла в штабель. Операции подвода тепла в штабель, выдержка древесины, вентиляция сушильной камеры циклически повторяются до тех пор, пока древесина не высохнет до требуемой влажности. Продолжительность цикла составляет 0,5–4 часа. После достижения требуемой влажности производится охлаждение древесины внутри сушильной камеры до температуры воздуха 20–40 °С. Увлажняющие устройства и реверс вентиляторов не требуются.

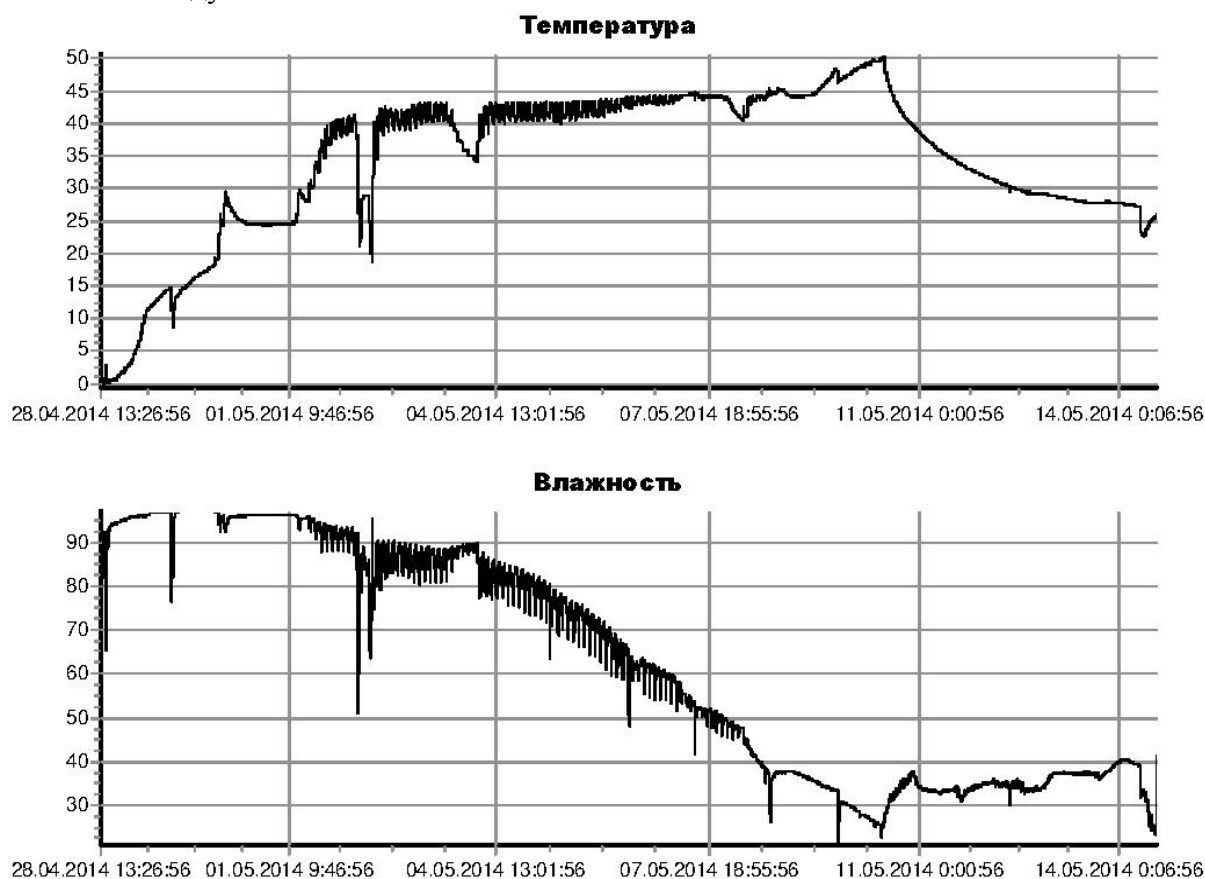
Рассмотрим, что дает новая технология в сравнении с традиционной технологией. Прежде всего выдержка древесины ограничивает испарение влаги с поверхности пиломатериала. При этом за счет более высокой температуры и влажности в центре сечения пиломатериала ускоряется приток влаги от центра к поверхности пиломатериала. За счет этого уменьшаются градиент влажности по сечению и внутренние напряжения в древесине, происходит выравнивание влажности древесины в штабеле, т.к. при повышенной влажности воздуха замедляется сушка прежде всего более сухих досок. Кроме того, воздух в сушильной камере приходит в равновесие с текущей влажностью древесины в штабеле, и древесина как бы сама «выбирает» себе текущие параметры воздуха в сушильной камере.

Отсутствие в сушильной камере реверса вентиляторов и искусственного увлажнения воздуха не только упрощает конструкцию сушильной камеры, но и снижает расход энергии и стоимость сушки. Воздух сушильной камеры увлажняется только за счет влаги, испаряемой из древесины. Этой влаги вполне достаточно, т.к. при сушке 1 кубометра древесины, например, сосны, от влажности 60 % до влажности 8 % испаряется 208 килограммов воды.

При сушке древесины по новой технологии контроль начальной и текущей влажности древесины не требуется. Необходимую текущую влажность воздуха в сушильной камере древесина «выбирает» сама. Это упрощает как подготовку сушильного штабеля, так и ведение сушки. Контроль влажности древесины требуется только для определения момента окончания сушки до требуемой влажности и начала охлаждения древесины. Этот момент может быть определен косвенно по текущей влажности воздуха в сушильной камере.

Из сказанного выше следует, что новая технология позволяет сушить древесину качественнее и экономичнее, чем по традиционной технологии. Она может быть использована практически в любой сушильной камере. Конечно, управлять вручную сушильной камерой при этом невозможно, т.к. человек просто не справится с этой задачей. Для этого нами разработан и изготавливается автоматический регулятор сушки древесины АРС-2М. Он полностью автоматизирует управление сушильной камерой и обеспечивает стабильное высокое качество сушки древесины. Пользоваться регулятором просто, и не требуется специальная подготовка по технологии сушки древесины.

Ниже приведен график сушки древесины, произведенной в промышленных условиях с помощью автоматического регулятора АРС-2М. График выполнен по данным автономного регистратора и с помощью его программного обеспечения. На графике видны периодические подъемы и понижения температуры и влажности воздуха, выполняющие роль ТВО. Видно, как по мере высыхания древесины плавно снижается влажность воздуха.



Данные сушки № 2 древесины  
в реконструированной паровой сушильной камере

Дата и время записи:

начало 28.04.2014, 13:26:56;

окончание 14.05.2014, 14:17:56;

интервал записи 0:01:00.

Измеряемые параметры:

температура от  $-30$  до  $+80$   $^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ;

влажность от  $0$  до  $100$   $\% \pm 2 \%$ .

Уставки:

- по температуре: верхняя – нет, нижняя – нет,  $^{\circ}\text{C}$ ;

- по влажности: верхняя – нет, нижняя – нет,  $\%$

Организация «Уралтрансстрой»

Исполнитель В.П. Агапов

Тип автономного регистратора: RHT

Зав. номер 36. Дата изготовления: 28.02.2011 г.

### Библиографический список

1. Серговский П.С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины / П.С. Серговский. – М.: Лесная промышленность, 1975. – 400 с.
2. Селюгин Н.С. Сушка древесины / Н.С. Селюгин. – Ленинград: Гослестехиздат, 1940. – 547 с.
3. Кречетов И.В. Сушка древесины / И.В. Кречетов. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 439 с.
4. Агапов В.П. Описание полезной модели к патенту РФ 39938 / В.П. Агапов, А.Г. Гороховский.

УДК 674.047; 630.847

**В.П. Агапов**

(УралНИИПДрев, г. Екатеринбург, РФ), agapov.v.p@lenta.ru

### УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ВОЗДУХА С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

#### IMPROVED METHOD OF AIR PREPARING WITH SPECIFIED PARAMETERS IN WOOD DRYING CAMERA

*Описан способ, позволяющий, применяя известные операции: нагрев, и увлажнение воздуха, и вентиляцию сушильной камеры, – повысить качество сушки древесины и экономить тепловую энергию.*

*Method which can improve quality of wood drying and economize on energy using air heating, air humidifying, ventilation is shown.*

Из проведенного анализа [1] традиционного способа управления сушильной камерой известно, что каждая технологическая операция: нагрев, увлажнение воздуха и вентиляции сушильной камеры – действует одновременно на температуру и влажность воздуха. Поэтому независимое регулирование температуры и влажности воздуха не может быть эффективным. Необходимо вести связанное регулирование. Как это необходимо делать, рассмотрим на отдельных примерах. Эти примеры соответствуют определенным этапам сушки древесины.

1. Совершенствование способа подготовки воздуха при прогреве пиломатериала в начале сушки. Для этого обратимся к *Id*-диаграмме прогрева древесины, изображенной на рисунке 1. Требуется нагреть воздух от исходной температуры  $T_1$  до заданной температуры  $T_2$ . При этом психрометрическая разность должна соответствовать заданной